

**MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY**

**ETUDE ISONETIQUE DES ROTATEURS D'EPAULE
SUR UNE EQUIPE DE BASE-BALL**

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Yannick JOACHIM**
étudiant en 3^e année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de masseur kinésithérapeute
1993 - 1994

SOMMAIRE

	pages
RESUME	
1. Introduction	1
2. Rappels biomécaniques	1
2. 1. Biomécanique de l'épaule	1
2. 2. Biomécanique et geste sportif	3
3. Matériel et méthodes	5
3. 1. Matériel	5
3. 1. 1. Isocinétisme	5
3. 1. 2. Le CYBEX 350	5
3. 1. 3. Intérêts et limites	5
3. 1. 3. 1. Intérêts	5
3. 1. 3. 2. Limites	6
3. 1. 4. Population	7
3. 2. Méthodes	7
3. 2. 1. Description de la position du test	7
3. 2. 2. Protocole du test	7
3. 2. 2. 1. Echauffement	8
3. 2. 2. 2. Les prises de mesures	9
3. 2. 2. 3. Mesures recueillies et analysées	9
4. Résultats et leur interprétation	10
4. 1. Les courbes types	10
4. 2. Pic de couple	12
4. 2. 1. Résultats	12
4. 2. 2. Interprétation	12

4. 3. Angle d'efficacité maximum	13
4. 3. 1. Résultats	13
4. 3. 2. Interprétation	13
4. 4. Ratios	14
4. 4. 1. Résultats	14
4. 4. 2. Interprétation	14
5. Discussion	15
5. 1. Au niveau des courbes types	15
5. 1. 1. En RI	15
5. 1. 2. En RE	15
5. 2. Le pic de couple	16
5. 3. Les ratios	16
6. Conclusion	17
BIBLIOGRAPHIES	
ANNEXES	

RESUME

En continuité avec des travaux précédemment menés, celui-ci permet de proposer à 15 sportifs, en l'occurrence des base-balleurs ayant une épaule lanceuse douloureuse, un test isocinétique en position neutre. Ce test, portant sur les rotateurs internes et externes des deux épaules, est précédé de brefs rappels biomécaniques et musculaires.

Les résultats traités vont permettre de constater que :

- les courbes des base-balleurs sont atypiques,
- quels que soient le côté et la vitesse préétablie les rotateurs internes sont plus forts que les rotateurs externes,
- contrairement aux sujets "normaux" une partie de la population a des valeurs de rotateurs plus élevées à une vitesse de $120^\circ/s$,
- l'angle d'efficacité est respecté,
- les ratios RE/RI sont plus ou moins éloignés de $2/3$ (valeur reflétant une bonne stabilité), et permettent de conclure à une instabilité fonctionnelle régnant au niveau de l'épaule lanceuse.

1. INTRODUCTION

Ce travail a pour objet d'étudier "isocinétiquement" les muscles rotateurs internes et rotateurs externes d'épaules douloureuses de 15 joueurs de base-ball évoluant en première division.

Le but étant dans un premier temps d'établir, si elle existe, une courbe type pour chacun des deux groupes musculaires de cette population.

Nous analyserons, dans un second temps les caractéristiques de ces courbes mais également les valeurs des muscles de l'épaule effectuant le geste sportif, en parallèle avec l'épaule controlatérale.

2. RAPPELS BIOMECHANIQUES

2. 1. Biomécanique de l'épaule

♦ Osseux :

L'épaule est un complexe articulaire comprenant cinq articulations : (9)

- Articulation gléno-humérale.
- Articulation sous deltoïdienne.
- Articulation scapulo-thoracique.
- Articulation acromio-claviculaire.
- Articulation sterno-costo-claviculaire.

Les deux premières articulations vont permettre la mobilité du bras (humérus par rapport à la scapula) alors que les trois autres autorisent la mobilité du moignon.

Lorsqu'il y a interaction entre ces deux systèmes, on parle de mouvements combinés. En effet l'utilisation normale de l'épaule nécessite une harmonie dans le rythme scapulo-huméral (14).

Par exemple : Lors de la rotation externe du bras, il va y avoir une adduction de l'omoplate réalisée par les muscles rhomboïdes et le trapèze. Par contre lors de la rotation interne, il va y avoir une adduction de l'omoplate réalisée par les muscles grand dentelé et petit pectoral.

♦ Capsulo-ligamentaire et musculaire :

Au niveau de l'articulation gléno-humérale, le système musculaire périscapulaire a une grande importance dans la stabilité de cette énarthrose. En effet, le système capsulo-ligamentaire doit être lâche pour permettre une bonne mobilité du bras par rapport à la scapula ; le système musculaire, par son tonus, va à lui seul assurer la stabilité de cette articulation. Ce système musculaire est double : (7)

- Profond : assurant la coaptation. Il est formé par une nappe tendineuse résultant de la fusion des tendons de terminaison des muscles : sous scapulaire, sus-épineux et petit rond. (7)

A cette nappe communément appelée "coiffe des rotateurs", on associe le tendon du long biceps (intra capsulaire et extra-synovial).

- Superficiel : assurant la suspension du bras à la ceinture. Ce dispositif est formé par les muscles du côté interne (coraco-brachial, court biceps, grand pectoral) et celui du côté externe : le deltoïde. (7)

Ces deux systèmes doivent être bien ajustés pour obtenir des mouvements optimum.

♦ Cinésiologie :

Cette articulation multiaxiale de type énarthrose permet des mouvements dans tous les plans. Lors des mouvements il va y avoir un recentrage de la tête humérale par rapport à la glène. Lors de l'élévation du bras les muscles de la coiffe des rotateurs vont réaliser un réajustement constant. Il existe donc des centres instantanés de rotation. Ceux-ci sont localisés en deux zones de concentration par le mouvant d'abduction et basculent aux environs de 50°. (13)

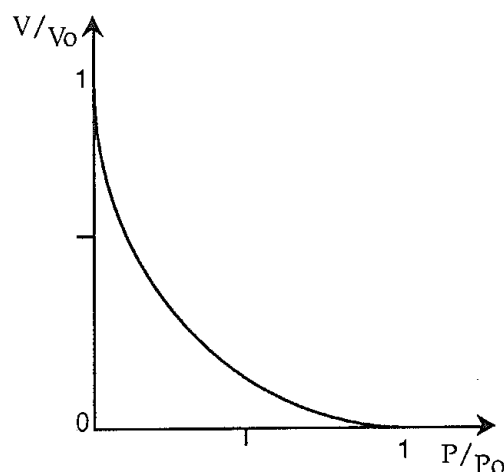
2. 2. Biomécanique et geste sportif

Il existe au niveau musculaire diverses propriétés agissant sur la réalisation de performances :

- Composante contractile :

Celle-ci est localisée au niveau du sarcomère et elle permet la transformation d'énergie chimique en énergie mécanique.

La force contractile va dépendre de deux notions : la vitesse et la longueur à laquelle s'effectue la contraction. En effet la force croît avec la longueur et décroît lorsque la vitesse de raccourcissement augmente. (6) (figure 1)



V/V_0 : vitesse de raccourcissement normalisée à la force isométrique maximale.

P/P_0 : normalisée par rapport à la force isométrique maximale (5)

Figure 1 : force - vitesse

- Composante élastique série :

Elle assure une liaison entre la composante contractile et la périphérie.

Elle permet d'emmagasiner, selon son extensibilité, de l'énergie mécanique pouvant être restituée. (6)

Le geste sportif :

Le geste sera uniquement décrit au niveau du membre supérieur sans évoquer la participation du tronc et des membres inférieurs.

Le membre lanceur effectue successivement :

- une rotation externe simultanément à une extension du bras (coude tendu),
- puis une abduction du bras ; pendant cette phase il y aura une flexion du coude,
- puis une adduction horizontale dès que le coude aura franchi la ligne des épaules ; le mouvement se termine par une extension du coude et une rotation interne du bras.

Le membre supérieur controlatéral effectue au début du geste de lancer une rotation externe couplée à une légère abduction du bras (coude fléchi).

Dans cette étude nous nous intéressons plus particulièrement aux rotateurs qui sont :

RE : sous-épineux et petit rond.

RI : ~~grand-pectoral~~ grand rond, sous-scapulaire et grand pectoral.

GR PERSE .

3. MATERIEL ET METHODE

3. 1. Matériel

3. 1 .1. Isocinétisme

L'isocinétisme est un concept qui permet de développer, grâce à une résistance auto-adaptée, une contraction musculaire maximale sur toute l'amplitude du mouvement à une vitesse constante prédéterminée. Un rétrocontrôle actif va permettre d'asservir la résistance aux capacités réelles du sujet. (2, 3, 4, 10, 13)

3. 1. 2. Le CYBEX 350

C'est un appareil isocinétique permettant d'opposer au moment moteur du sujet un moment résistant au niveau de toutes les articulations périphériques. Les machines isocinétiques se différencient en fonction de la technologie employée pour le moteur, le récepteur et le mécanisme reliant le patient au moteur. Le CYBEX 350 utilise des servomoteurs électromécaniques et il est couplé à une imprimante et un ordinateur. (10)

3. 1 .3. Intérêts et limites

3. 1. 3. 1. Intérêts

Dans ce cas précis, le CYBEX 350 va permettre d'évaluer qualitativement et quantitativement un ensemble agoniste-antagoniste. Mais les intérêts d'ordre plus généraux sont nombreux et permettent :

- d'éviter l'utilisation de la méthode "essai-erreur" pour déterminer le poids à appliquer, (11)

- de prérégler une vitesse constante, celle-ci nous permet de faire un travail isométrique dans les différentes angulations de l'articulation,
- de travailler en toute sécurité puisque la machine s'adapte aux irrégularités telles que la douleur ou la fatigue (grâce à l'autorégulation active), (8)
- de travailler à des vitesses fonctionnelles, (8)
- d'être efficace puisque la force appliquée est maximale en tout angle,
- d'orienter la rééducation dans un secteur pouvant être déterminé par rapport aux différences avec la courbe typique harmonieuse, (8)
- d'obtenir un rapport rotateur externe/rotateur interne déterminant la stabilité.

3. 1. 3. 2. Limites

Contrairement à une nouvelle gamme de machines, le CYBEX 350 ne prend pas en compte les phases d'accélération ou de freinage tant que le sujet n'a pas atteint la vitesse prédéterminée.

Par exemple : pour une vitesse de $400^\circ/\text{s}$ la phase isocinétique ne dépasse pas 16 % du mouvement.(4)

Le CYBEX 350 ne permet pas non plus d'analyser la composante excentrique d'une contraction musculaire. (4)

La position du test doit être rigoureuse pour permettre la reproductibilité.

3. 1. 4. Population

Le protocole de test a été réalisé sur 15 joueurs de base-ball ayant des douleurs au niveau du moignon de l'épaule. Tous ces sujets masculins compris entre 17 et 36 ans évoluent en première division nationale.

3. 2. Méthode

3. 2. 1. Description de la position du test (11)

Le sujet est assis sur un tabouret réglable en hauteur ; il faut s'assurer de la bonne horizontalité des épaules avant le test pour éviter la compensation par les abdominaux.

L'axe de la diaphyse humérale doit coïncider avec celui du dynamomètre ; cet alignement nécessite quelques degrés d'abduction (20°).

Le coude est fléchi à 90° et l'avant-bras est sanglé, la main agrippe une poignée.

Le membre inférieur controlatéral prend appui sur le podium. La main du joueur n'effectuant pas le mouvement prend appui sur le genou homolatéral, pour se stabiliser et éviter une trop forte action du tronc.

Le thérapeute est situé derrière le patient et le maintient au niveau des deux épaules.

3. 2. 2. Protocole du test

Le test est scindé en deux parties, d'une part l'échauffement et d'autre part le test isocinétique proprement dit.

3. 2. 2. 1. L'échauffement

Il est réalisé un court laps de temps avant le test (environ 5 mn). L'ensemble des joueurs va effectuer quelques exercices leur permettant d'échauffer les muscles testés.

Tous ces exercices sont basés sur les concepts du Stretching.

L'ensemble de ces exercices va servir d'échauffement à la musculature de l'épaule subissant le test.

Exercice n° 1 : Le sujet se met à quatre pattes, bras et cuisses à 90° par rapport au sol.

Les mains sont paumes contre terre les doigts dirigés vers les cuisses, le pouce situé à l'extérieur.

Le sujet va, à partir de cette position de départ, amener le corps en arrière en essayant de se mettre assis sur les talons (1)

N.B. bien garder les coudes tendus et les paumes à plat.

Exercice n° 2 : Le sujet est debout. Il s'accroche aux montants d'une porte, les deux bras tendus derrière à hauteur des épaules.

De cette position de départ le patient sort sa poitrine tout en rentrant le menton.(1)

Exercice n° 3 : Le sujet est debout, bras en arrière, doigts croisés (paumes de mains regardant vers l'avant).

Stade 1 : rapprocher les omoplates en tirant sur le bras ; les coudes sont un peu tournés vers l'intérieur.

Stade 2 : relever les bras en sortant la poitrine et en rentrant le menton.(1)

3. 2. 2. 2. Les prises de mesures

Le sujet a pris la position préalablement fixée.

L'amplitude du mouvement qui sera effectué est limitée, en rotation interne par l'abdomen du sujet et en rotation externe par une butée mécanique.

L'amplitude ainsi mesurée est d'environ 60° en rotation interne et 60° en rotation externe d'où une amplitude totale de 120° .

Les prises de mesures sont effectuées à deux vitesses préalablement définies :

- . à $60^\circ/s$: où le sujet effectue une série de 3 allers-retours complets (RI-RE)
- . puis à $120^\circ/s$: à cette vitesse la personne réalise une série de 4 allers-retours complets.

Avant chaque série de tests s'intercale une série de 4 allers-retours pour se familiariser avec la machine et avec le type d'effort à fournir.

De même entre les changements de vitesse il y a un temps de repos de 20s.

Nous testerons comparativement les deux épaules en commençant par la "non lanceuse".

Lors de son effort le patient sera stimulé verbalement par le thérapeute pour obtenir un rendement optimal.

3. 2. 2. 3. Mesures recueillies et analysées

En plus de l'allure générale des courbes traduisant le couple de force en fonction de l'angulation, nous analysons d'autres paramètres :

- le pic de couple en N.m, (Annexe III)
- l'angle pour lequel ce pic apparaît, (Annexe IV)
- le rapport des muscles : RE/RI. (Annexe V)

4. RESULTATS ET LEUR INTERPRETATION

4. 1. Les courbes types

Suite aux tests isocinétiques, l'ordinateur imprime en plus d'un listing de valeurs numériques (Annexe VI), une série de courbes parmi lesquelles se trouve la courbe moyenne de l'exercice effectué par le sujet testé ; cette courbe est donnée pour chaque vitesse et pour chacune des deux fonctions. (Annexe VII)

Les courbes types sont obtenues en calculant la moyenne des points pris tous les 10° (Annexe I)

Nous obtenons alors 8 courbes (Annexe II), si bien que pour chaque épaule nous avons :

- une courbe de RI à 60°/s,
- une courbe de RE à 60°/s,
- une courbe de RI à 120°/s,
- une courbe de RE à 120°/s.

Les courbes reproduites correspondent à la représentation graphique de la force musculaire développée par les muscles agonistes et antagonistes. En abscisse est toujours figurée l'amplitude articulaire et en ordonnée est représentée la valeur du couple. (2)

L'allure générale des courbes est sensiblement la même que ce soit à 60°/s ou à 120°/s. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'aspect de la courbe à 120°/s puisque le geste de lancer est un mouvement de grande vitesse.

Du point de vue de la course nous avons une course globale de 120°/s ; on peut alors considérer qu'il y a :

- 40° de course interne (CI).
- 40° de course moyenne (CM).
- 40° de course externe (CE).

En RI : La courbe de l'épaule lanceuse a un aspect parabolique. En course externe, on observe une phase ascendante correspondant au TDTM (temps de développement de tension maximale) (2) précédant un plateau en course moyenne à la fin duquel se situe le pic de couple (à 19,66°). Dès les premiers degrés de course interne le tracé est descendant et correspond au TDF (taux de décroissance de la force), reflet de la capacité du sujet à maintenir une contraction maximale jusqu'à la fin du mouvement. (2)

Du côté non lanceur, la courbe (inférieure à la première décrite) décrit une partie ascendante rapide en course externe puis la pente du tracé diminue en course moyenne jusqu'au pic de couple en début de course interne (22°) ; suite au pic le tracé descend jusqu'à la fin du mouvement.

En RE : Epaule lanceuse : on observe une partie ascendante rapide jusqu'au pic de couple arrivant à -33,3° puis une partie descendante jusqu'en fin d'amplitude.

Epaule non lanceuse : cette courbe est supérieure à celle précédemment décrite. Elle comprend une partie à pente positive rapide jusqu'à la moitié de course externe puis la pente diminue jusqu'au pic de couple à -14,8° ; dès lors le tracé s'infléchit lentement.

4. 2. Pic de couple (Annexe III)

4. 2. 1. Résultats

Nous réalisons pour chaque vitesse, pour chaque fonction testée et pour chaque côté la moyenne des pics de couple figurant sur les listings de chaque joueur

	épaule lanceuse				épaule non lanceuse			
	60°/s		120°/s		60°/s		120°/s	
	RI	RE	RI	RE	RI	RE	RI	RE
Moyenne (N.m)	52,27	27,67	49,20	23,90	49,46	30,40	48,00	25,27
Ecart-type	8,58	4,88	9,68	4,70	12,77	9,58	11,94	7,57

4. 2. 2. Interprétation

En RI le côté dominant, lanceur est "moyennement" plus fort que le côté non dominant ; c'est le cas à 73 % à 60°/s et à 60 % à 120°/s.

Par contre en RE la moyenne des pics de couple est plus importante côté non lanceur quelles que soient les vitesses et cela se vérifie pour 60°/sdes sujets à 60°/s contrairement à la vitesse de 120°/s puisque 46,7 % des pics de couple du côté non lanceur sont inférieurs à ceux côté lanceur.

Mais quels que soient le côté et la vitesse préétablie les rotateurs internes ont toujours un pic de couple plus important que les rotateurs externes. La différence est au minimum de 19,05 N.m différence à 120°/s au niveau de l'épaule non lanceuse, ce qui correspond à un écart de 38,5 %.

Ce qui confirme l'étude effectuée sur les patients sains (11, 5)

Contrairement aux sujets sains où 100 % des pics de couple sont plus élevés à 60°/s chez les base-balleurs nous avons :

		pic étant supérieur à 120°/s	pics égaux aux deux vitesses
épaule lanceuse (%)	RI	33,3 %	0 %
	RE	20 %	6,6 %
épaule non lanceuse(%)	RI	20 %	20 %
	RE	0 %	0 %

4. 3. Angle d'efficacité maximum

4. 3. 1. Résultats (Annexe IV)

Tout comme les pics de couple, les moyennes des angles sont calculées à partir des données numériques de l'ordinateur.

	épaule lanceuse				épaule non lanceuse			
	60°/s		120°/s		60°/s		120°/s	
	RI	RE	RI	RE	RI	RE	RI	RE
Moyenne (%)	13,13	-34,4	19,66	-33,3	21,73	-19,26	22	-14,8
Ecart-type	15,10	16,56	16,30	13,38	9,24	32,43	12,25	26,13

4. 3. 2. Interprétation

La vitesse n'intervient pas sur l'angle d'efficacité ; en effet :

En RI : l'épaule lanceuse est plus efficace en fin de course moyenne alors que l'angle pour l'épaule non lanceuse se situe dans les premiers degrés de course interne.

En. RE : l'épaule lanceuse a son angle d'efficacité en course externe et celui de l'épaule non lanceuse se situe en tout début de course moyenne.

4. 4. Ratios (Annexe V)

4. 4. 1. Résultats

	épaule lanceuse		épaule non lanceuse	
	60°/s	120°/s	60°/s	120°/s
Moyenne (%)	53	48	61	53
Ecart-type	0,08	0,08	0,09	0,11

4. 4. 2. Interprétation

D'après les études préalablement réalisées (5) on a une bonne stabilité active de l'épaule lorsque le rapport $RE/RI = 2/3 \cong 67\%$

Sur notre étude les ratios sont plus proches des 2/3 à 60°/s qu'à 120°/s.

De plus l'épaule lanceuse est toujours fonctionnellement plus instable que la non lanceuse.

5. DISCUSSION

Il est bon de préciser avant la discussion que le côté lanceur chez tous ces joueurs est également le côté dominant.

5. 1. Au niveau des courbes types

Nous nous intéressons toujours aux courbes effectuées à une vitesse de 120°/s.

5. 1. 1. En RI

La courbe type des base-balleurs au niveau des deux épaules est plus importante que chez les sujets sains non sportifs (11) ce qui peut hypothétiquement être dû à l'exercice, à l'entraînement de ces sportifs effectuant un minimum de 400 lancers par séance à raison de deux par semaine.

Il existe également des différences entre les courbes des deux épaules ; en effet le TDF (taux de décroissance de la force) est plus élevé du côté lanceur, ce qui signifie que ce côté a une plus grande capacité à maintenir une contraction maximale. Ce qui peut toujours être dû à l'entraînement.

5. 1. 2. En RE

Il existe au niveau de ces deux courbes une différence dans l'allure ; en effet la courbe non lanceuse est supérieure à la courbe lanceuse.

hypothèse :

- . Douleur existant au niveau de l'épaule lanceuse pouvant entraîner une diminution de force.
- . La physiologie du geste de lancer de balle du base-balleur nécessite une ouverture au niveau du membre controlatéral entraînant une RE. Ce renforcement à vitesse rapide du membre controlatéral va augmenter les capacités des rotateurs externes à vitesse lente, ce qui se vérifie puisque pour l'épaule non lanceuse, pour 100 % des sujets le pic de couple à 60°/s est supérieur au pic à 120°/s.

5. 2. Le pic de couple

Par rapport aux sujets sains non sportifs, une partie des joueurs de base-ball arrivent à avoir un pic de couple supérieur à vitesse rapide de 120°/s.

hypothèse :

- . Le geste de lancer est un mouvement qui s'effectue à grande vitesse, (>120°/s) les muscles rotateurs internes et externes sont plus souvent sollicités à vitesses élevées, ce qui pourrait se traduire par des pics plus importants à 120°/s.
- . Mise en jeu importante de compensations.

5. 2. Les ratios



Ils nous ont montré que l'épaule lanceuse avait une instabilité fonctionnelle, ce qui avait été préalablement diagnostiqué à l'examen clinique

6. CONCLUSION

L'étude ne touchant que peu de sujets, il est illusoire de vouloir en dégager des conclusions fermes et définitives. Nous pouvons néanmoins constater qu'il existe des différences avec les sujets sains ; celles-ci sont conditionnées par le fait que notre population est sportive et que les épaules dominantes sont douloureuses.

Il serait souhaitable par la suite d'effectuer des tests sur une population plus importante. Ces tests devraient se faire à une vitesse supérieure à $120^\circ/\text{s}$, vitesse plus fonctionnelle pour des lanceurs.

De plus, il faudrait changer la position de test en passant de la position neutre à la position bras à 90° d'abduction ; en effet, cette position traduit plus la physiologie du geste de lancer de balle.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON B. - Le stretching - - 1ère Edition - Paris : Solar, 1983
2. CODINE P. , POCHOLLE M. , BRUN V. , DHOMS G. , FOUNAU H. -
Mesures de la force musculaire isocinétique, analyse des graphes, aspects normaux et pathologiques. - HEULEU J.N. , CODINE P. , SIMON L. -
Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1991 - p. 17-33 - Volume n° 1.
3. DERAMOUDT B. , CARRE F. , JEZEQUEL L. , ROCHCONGAR P. -
Les tests d'endurance en isocinétisme. - HEULEU J.N. , CODINE P. , SIMON L. -
Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1991 - p. 34-43 - Volume n° 1.
4. FOSSIER E. - Méthodes d'évaluation isocinétique - HEULEU J.N. , CODINE P. , SIMON L. -
Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1991 - p. 10-11 - Volume n° 1.
5. GENOT C. , NEIGER H. - Etude comparative du travail isocinétique maximal des muscles rotateurs internes et externes de l'épaule - Journée de médecine physique et de rééducation -1983 p. 89-92.
6. GOUBEL F. , VAN HOECKE J. - Biomécanique et geste sportif - Cinésiologie, 1982, 21, 83, p. 41-51.
7. GREGOIRE M.C. - Cinésiologie de l'épaule et rééducation - Cahiers de kinésithérapie, 1983, 62, 4, p. 17-23.
8. HERLANT M. - Place de l'isocinétisme dans les techniques de rééducation musculaire - JAMA- 1990 Avril - p. 25-26.
9. KAPANDJI I.A. - Physiologie articulaire : Membre supérieur - Paris : Maloine, 1991 - 5e édition, n° 1.
10. LEVET B. , THEVENON A. - Principes mécaniques des appareils de rééducation isocinétique. - HEULEU J.N. , CODINE P. , SIMON L. - Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1991 - p. 1-10 - Volume n°1.
11. PARENT A. - Etude isocinétique des rotateurs d'épaule - Diplôme d'état Nancy, école de masseur - kinésithérapeute : 1992 - 30 p.
12. SABOURIN F. - Place de l'isocinétisme dans le renforcement musculaire - RODINEAU J. , SIMON L. - Rééducation des traumatismes sportifs - Paris : Masson 1990 - p. 18-23.
13. SABOURIN F. , RODINEAU J. - Résultats des tests isocinétique dans l'épaule instable non opérée - HEULEU J.N. , CODINE P. , SIMON L. - Isocinétisme et médecine de rééducation - Paris : Masson 1991 - p. 45-51. Volume n° 1.

14. VIEL E. - Biomécanique de l'épaule et incidences sur la rééducation - Médecine du sport, 1980, 54, 3, p. 169-174.
15. WALMSLEY R., SZYBBO C. , - A comparative study of the Torque generated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and at varying speed. - The journal of orthopaedic and sports physical Therapy, 1987, p. 217-222.

ANNEXES

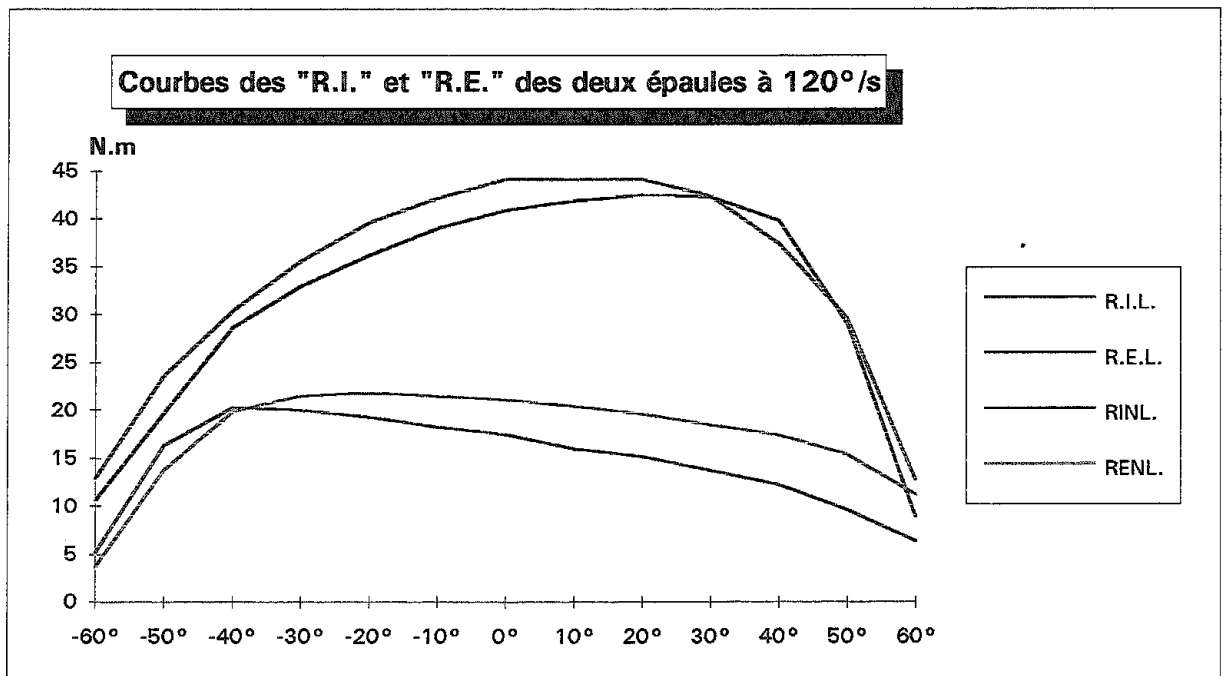
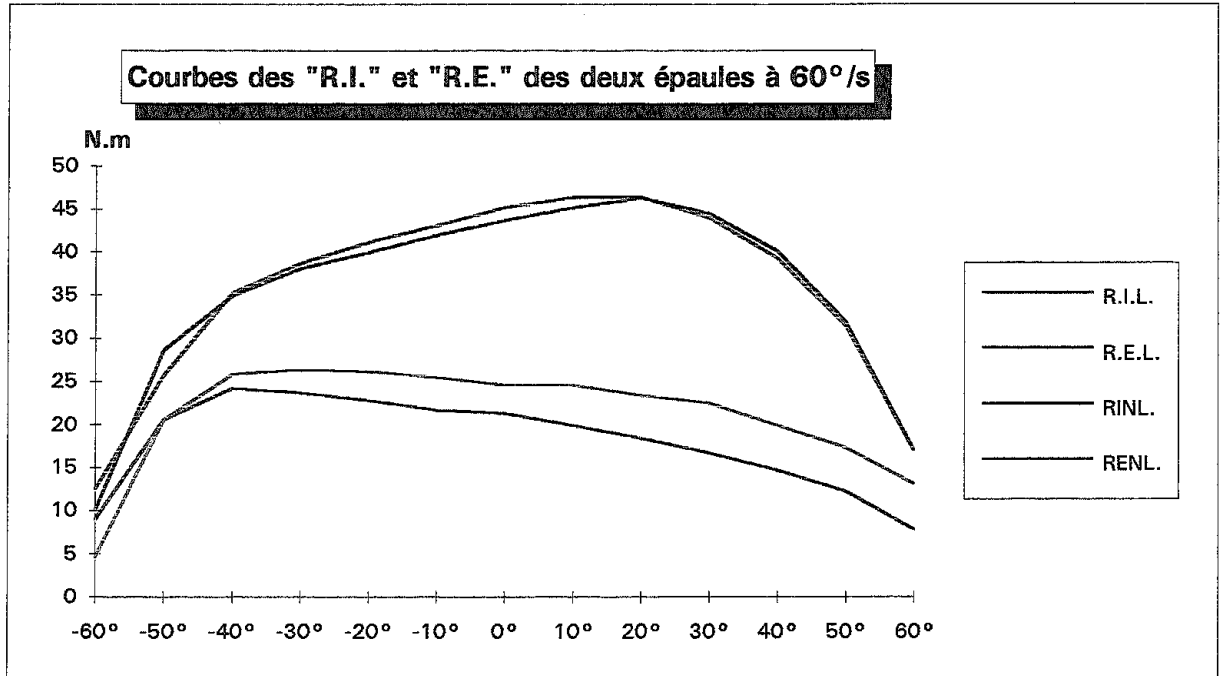
ANNEXE I

Vitesse	Côté	Mouvement	Degré	- 60°	- 50°	- 40°	- 30°	- 20°	- 10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
			60°/s	Lanceur	RI	Moyenne	12,3	25,5	35,1	38,5	41	42,9	45	46,2	46,2	43,8
Ecart type	12,1	10,7				7,7	7,7	7,6	7,2	7,8	7,7	7,4	7,4	10,7	14,9	16,8
RE	Moyenne	8,8			20,4	24	23,5	22,6	21,5	21,1	19,7	18,2	16,5	14,5	12	7,6
	Ecart type	9,8			7,3	4	3,8	3,8	4,4	4,5	4	3,1	3,6	4,5	6,8	7,9
Non lanceur	RI	Moyenne		9,9	28,4	34,8	37,9	39,8	41,8	43,5	45	46,1	44,3	39,9	31,7	16,9
		Ecart type		11,4	10,6	10,8	10,8	10,9	11,1	12,1	12,5	11,8	9,9	9,6	13,1	12,6
	RE	Moyenne		4,4	20,4	25,7	26,2	26	25,3	24,4	24,4	23,2	22,3	19,7	17,1	12,9
		Ecart type		5,5	9,9	8,9	7,9	7,6	7,6	6,9	6,9	7,8	6,2	7,5	8,1	7,8
120°/s	Lanceur	RI	Moyenne	12,7	23,4	30,2	35,4	39,4	42	43,9	43,9	43,9	42,2	37,2	29,4	12,9
			Ecart type	8	8,6	9,2	8,9	9,4	10,2	9,7	8,9	8,4	6,7	11,2	10,8	16,1
		RE	Moyenne	5	16,1	20,1	19,8	19,1	18,1	17,3	15,8	15	13,5	12	9,4	6,2
			Ecart type	6,1	5,4	4,1	4,1	3,8	3,7	3,7	3,6	3,2	2,3	2,1	3,6	5,4
	Non lanceur	RI	Moyenne	10,4	19,5	28,5	32,8	36	38,8	40,7	41,7	42,3	42,1	39,6	28,8	8,73
			Ecart type	7,9	7,0	7,3	8,7	9,6	10,1	10,4	10,9	10,6	10,4	9,9	10,6	9,5
		RE	Moyenne	3,5	13,6	19,7	21,3	21,6	21,3	20,9	20,2	19,4	18,3	17,2	15,2	11
			Ecart type	4,5	5,6	5,7	6,6	7,6	7,6	6,9	6,6	6,4	5,8	5,4	5,1	6,2

Tableau des moyennes et écart type des couples de force des différentes courbes en fonction des angles.

- RI = rotation interne
- RE = rotation externe

ANNEXE II



RINL : Rotation interne de l'épaule "non lanceuse"
 RENL : Rotation interne de l'épaule "non lanceuse"
 RIL : Rotation interne de l'épaule "lanceuse"
 REL : Rotation interne de l'épaule "lanceuse"

ANNEXE III

Vitesse		120° /s				60° / s			
Côté		Lanceur		Non lanceur		Lanceur		Non lanceur	
Mouvement		RI	RE	RI	RE	RI	RE	RI	RE
Valeur des pics des joueurs (Nm)	1	58	23	65	28	65	28	65	31
	2	42	18	43	20	51	29	46	23
	3	56	25	52	23	51	29	43	25
	4	56	29	59	27	50	33	59	31
	5	75	31	74	48	66	29	85	62
	6	42	27	39	29	65	35	42	33
	7	44	21	35	20	43	18	37	24
	8	39	17	46	23	47	21	48	29
	9	46	20	43	29	52	31	43	35
	10	40	20	35	17	48	23	36	20
	11	52	28	47	27	58	28	56	31
	12	48	31	39	24	42	25	44	27
	13	54	24	65	29	62	33	59	36
	14	39	27	35	21	44	32	39	25
	15	37	17	43	14	40	21	40	24
Moyenne		49,2	23,87	48	25,27	52,27	27,67	49,46	30,4
Ecart type		9,68	4,72	11,94	7,54	8,58	4,88	12,77	9,58
Mini		37	17	35	14	40	18	36	20
Maxi		75	31	74	48	65	35	85	62

Tableau du pic de couple

ANNEXE IV

Vitesse		120° /s				60° /s			
Côté		Lanceur		Non lanceur		Lanceur		Non lanceur	
Mouvement		RI	RE	RI	RE	RI	RE	RI	RE
Valeur de l'angle d'efficacité des joueurs (°)	1	10	- 55	26	- 26	27	- 42	27	13
	2	17	- 27	8	- 30	15	- 50	10	- 33
	3	28	- 45	32	- 42	50	- 52	40	- 47
	4	- 1	- 47	25	10	- 8	- 39	10	18
	5	16	- 3	21	- 29	- 1	- 31	31	- 41
	6	8	- 40	29	- 40	15	- 44	23	- 49
	7	35	- 25	1	31	2	- 18	13	5
	8	0	- 22	9	- 39	15	- 12	18	- 42
	9	19	- 26	37	6	- 4	0	15	- 15
	10	14	- 26	37	- 20	22	- 30	28	- 47
	11	23	- 18	18	9	0	- 40	19	12
	12	36	- 41	15	- 38	13	- 41	31	- 47
	13	- 2	- 38	2	- 25	- 1	- 10	15	- 37
	14	31	- 38	32	- 30	29	- 52	34	- 41
	15	61	- 49	38	41	23	- 55	12	62
Moyenne		19,66	- 33,3	22	- 14,8	13,13	- 34,4	21,73	19,26
Ecart type		16,30	13,38	12,25	26,13	15,10	16,56	9,24	32,43
Mini		- 2	- 49	1	- 42	- 8	- 55	10	- 49
Maxi		61	- 3	38	41	50	0	40	62

Tableau de l'angle d'efficacité

ANNEXE V

Vitesse		120° /s		60° / s	
Côté		Lanceur	Non lanceur	Lanceur	Non lanceur
Ratio RE/RI des joueurs	1	0,39	0,43	0,43	0,47
	2	0,42	0,46	0,56	0,50
	3	0,44	0,44	0,56	0,58
	4	0,51	0,45	0,66	0,52
	5	0,41	0,64	0,43	0,72
	6	0,51	0,74	0,53	0,78
	7	0,47	0,57	0,41	0,64
	8	0,43	0,50	0,44	0,60
	9	0,43	0,67	0,59	0,81
	10	0,50	0,48	0,47	0,55
	11	0,53	0,57	0,48	0,55
	12	0,64	0,61	0,59	0,61
	13	0,64	0,44	0,53	0,61
	14	0,69	0,60	0,72	0,64
	15	0,45	0,32	0,52	0,60
Moyenne		0,48	0,53	0,53	0,61
Ecart type		0,08	0,11	0,08	0,09
Mini		0,39	0,32	0,41	0,47
Maxi		0,69	0,74	0,72	0,81

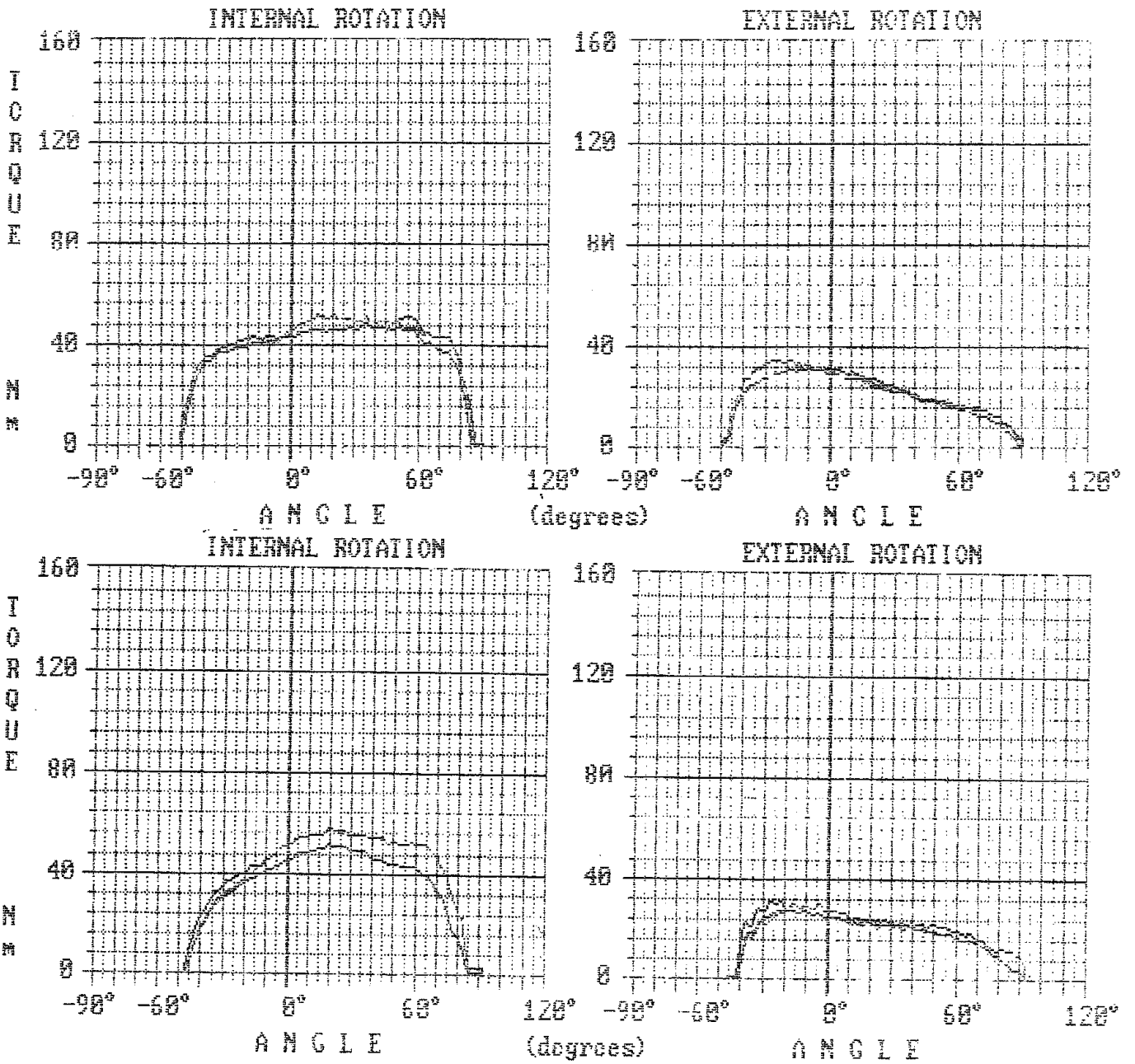
Tableau des ratios (RE/RI)

ANNEXE VI

		EXTERNAL ROTATION	
PEAK TORQ (Nm)	23	20	
PEAK TORQ % BW	37%	32%	
ANGLE OF PEAK TORQ	-23	-20	
TORQ @ DEGREES (Nm)			
TORQ @ DEGREES (Nm)			
ACCEL. TIME (SECS)	.04	.05	
TOTAL WORK (BWR, J)	40	36	
TOTAL WORK (BWR) %BW	64%	58%	
AVG. POWER (BWR, WATTS)	19	32	
AVG. POWER (BWR) %BW	30%	51%	
AVG. POINTS VARIANCE	11%	10%	
TAE (J)	1.3	2.9	
TOTAL WORK SET 1(J)			
1st SAMPLE 1 (TW)			
2nd SAMPLE 1 (TW)			
ENDURANCE RATIO 1			
TOTAL WORK SET 2(J)			
1st SAMPLE 2 (TW)			
2nd SAMPLE 2 (TW)			
RECOVERY RATIO			
		INTERNAL ROTATION	
PEAK TORQ (Nm)	46	43	
PEAK TORQ % BW	74%	69%	
ANGLE OF PEAK TORQ	20	18	
TORQ @ DEGREES (Nm)			
TORQ @ DEGREES (Nm)			
ACCEL. TIME (SECS)	.03	.06	
TOTAL WORK (BWR, J)	81	71	
TOTAL WORK (BWR) %BW	130%	114%	
AVG. POWER (BWR, WATTS)	38	65	
AVG. POWER (BWR) %BW	61%	104%	
AVG. POINTS VARIANCE	8%	10%	
TAE (J)	2.5	5.4	
TOTAL WORK SET 1(J)			
1st SAMPLE 1 (TW)			
2nd SAMPLE 1 (TW)			
ENDURANCE RATIO 1			
TOTAL WORK SET 2(J)			
1st SAMPLE 2 (TW)			
2nd SAMPLE 2 (TW)			
RECOVERY RATIO			
EXTERNAL ROTATION/INTERNAL ROTATION RATIO AND ROM			
PEAK TORQ	50%	46%	

Listing numérique

ANNEXE VII



Courbes "CYBEX" à 60°/s et 120°/s